UOT 643.337:636.002.5:636.5

# HEYVANDARLIQ VƏ QUŞÇULUQ TƏSƏRRÜFATLARI ÜÇÜN SUQIZDIRICISININ TƏDQİQİ

**E.S.MƏMMƏDOV**
**Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti**

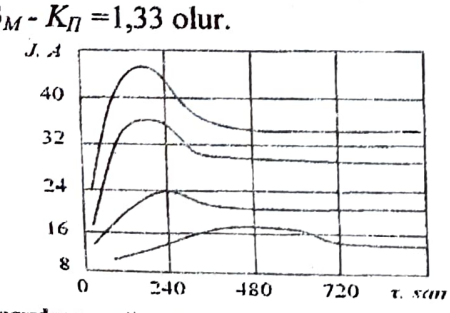
*Heyvandarlıqda və quşçuluqda istifadə olunan su qızdırıcılarının enerjiyə qənaət ehtiyatlarını əsaslandırmaq üçün bu qurğularda gedən istilik- kütlədəyişmə prosesi tədqiq olunmuşdur. Su qızdırıcı qurğunun qaynama səthi üzrə enerji ayrılmasının müxtəlif sıxlığında vaxta görə və elektrodların suya salınmasının müxtəlif hündürlüklərindən yüklənmənin asılılıqları qurulmuşdur. Tənliklər sisteminin həlli ilə qaynama səthi üzrə xüsusi gücün və qurğuda su səviyyəsinin elektrod hündürlüyünə nisbətinin optimal qiymətləri müəyyənləşdirilmişdir. Tədqiqatlarla su qurğusuna texniki qulluq dövrülülüyü müəyyən edilmişdir. Əsaslandırılmış rejimlərlə qazanın ərpdən təmizlənməsinə enerji sərfini 8-25% azaltmaq mümkün olmuşdur.*

***Açar sözlər:*** *Su qızdırıcısı, qaynama səthi, elektrodlar, suyun səviyyəsi, istilikötürmə sahəsi, yüklənmə xarakteristikası, kimyəvi təmizləmə.*

Heyvandarlıq və quşçuluq təsərrüfatlarında enerji – tutumlu proseslərdən biri də isti su və buxar hazırlanmasıdır [1, 2]. Bunun üçün universal suqızdırıcılardan istifadə olunur. Enerjiqənaətli texnologiyalar üzrə apardığımız nəzəri tədqiqatlardan [3, 4] irəli gələn mülahizələrə və metodikaya əsaslanaraq universal suqızdırıcı qurğuda gedən istilik – kütlədəyişmə prosesi və onun istilikdəyişdirici tərtibatının parametrləri tədqiq olunmuşdur [5].

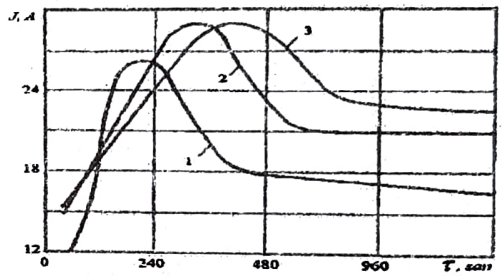
İntensiv buxar hazırlanmanın başlağıcında qaynama səthi üzrə xüsusi enerji ayırmanın ($P_{xüs}$, $kVt/sm^2$) və qurğuda su səviyyəsinin müxtəlif qiymətlərində elektrodlararası mühitdə suyun qızmasının keçid dövründə cərəyan şiddətinin dəyişməsinin tədqiqi proseslərin analitik şərhini təsdiq etmişdir (şək.1; şək.2).

Qaynama səthi üzrə enerji ayrılmasının maksimum sıxlığı zamanı qurğunun maksimum qeyri-bərabər yüklənməsi $P_{xüs\ max}=66\cdot10^4$ $Vt/m^2$; $K_п = \frac{I_{max}}{I_{xüs}} = 1{,}34$ ($P_{xüs}=21\cdot10^4$ $Vt/m^2$ olduqda $K_П$ = 1,1 olur) təşkil edir. Elektrodların suya minimal hündürlükdə salınması zamanı: $H_1 = 0{,}1_M \cdot K_П = 1{,}58$ və $H = 0{,}3_M \cdot K_П = 1{,}33$ olur.




**Şək.1. Suqızdırıcı qurğunun qaynama səthi üzrə enerji ayrılmasının müxtəlif sıxlığında vaxta görə yüklənməsinin dəyişməsi:**

1 – $P_{xüs} = 21\cdot10^4$ Vt/m$^2$; 2 – $P_{xüs} = 32\cdot10^4$ Vt/m$^2$; 3 – $P_{xüs} = 50\cdot10^4$ Vt/m$^2$; 4 – $P_{xüs} = 66\cdot10^4$ Vt/m$^2$. H = 0,15.




**Şək.2. Suqızdırıcı qurğunun elektrodların müxtəlif suya salınma hündürlüklərində yüklənməsinin dəyişməsi:**

1 – H =0,1 m; 2 – H =0,2 m; 3 – H =0,3 m. $P_{xüs} = 41\cdot10^4$ Vt/m$^2$.

Laboratoriya tətqiqatlarına əsasən qaynama səthi üzrə xüsusi gücün müxtəlif qiymətlərində və suyun qurğudakı səviyyəsinin elektrodların hündürlüyünə nisbətində ($H/h_{el}$) $Y = K_п^2\tau$ təhlil edilmişdir:

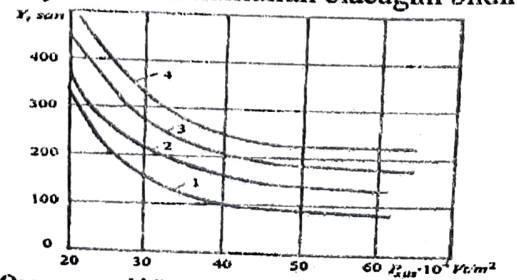
$Y = f(P_{xüs})$, $H/h_{el} = const$ olduqda (1)

$Y = f(H/h_{el})$, $P_{xüs} = const$ olduqda (2)

Əldə edilmiş asılılıqlar şəkil 3 və şəkil 4-də əks olunmuşlar. Burada asılılıqların qeyri-xətti olduqları müşahidə olunur. Onlar aşağıdakı şəkildə dərəcəli asılılıqlar:

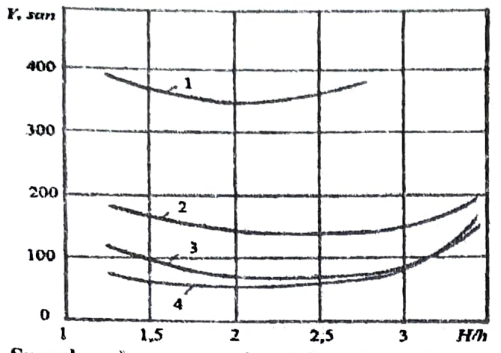
$$Y = B_0 - BX^Z, \qquad Z \neq 1 \quad (3)$$

olduqda bu, arqumentin müəyyən qiymətlərində təhlil olunan funksiyanın minimumunun olacağını bildirir.




**Şək.3. Qaynama səthi üzrə xüsusi enerji ayırmasından asılı olaraq $Y = K_п^2\tau_п$ funksiyasının asılılıq əyriləri:**

1 – H/h = 1,33; 2 – H/h = 2,0; 3 – H/h =3,3; 4 – H/h =4,0




Şək.4. Suqızdırıcıda suyun səviyyəsinin elektrod hündürlüyünə nisbətindən asılı olaraq $Y = K_{\Pi}^2 \tau_{\Pi}$ funksiyasının asılılıq əyriləri:

1 – $P_{xüs} = 21 \cdot 10^4$ Vt/m$^2$; 2 – $P_{xüs} = 32 \cdot 10^4$ Vt/m$^2$;
3 – $P_{xüs} = 50 \cdot 10^4$ Vt/m$^2$; 4 – $P_{xüs} = 66 \cdot 10^4$ Vt/m$^2$.

Eksperiment məlumatlarını ümumiləşdirmək məqsədi ilə aşağıdakı şəkildə riyazi model işlənmişdir:

$$Y = B_0 + B\hat{H} + B_2 P_{xüs} + B_{12}\hat{H}P_{xüs} + B_{11}\hat{H}^{Z_1} + B_{22}P_{xüs}^{Z_2} \quad . \quad (4)$$

Proqram əsasında $Z_1$ və $Z_2$ parametrlərinin seçilməsi həyata keçirilmişdir. Nəzəri modelin eksperimental qiymətlərlə adekvatlığı korrelyasiya əmsalı və orta kvadratik meyletmə ilə müəyyən edilmişdir. Nəticələr cədvəl 1-də verilmişdir. Cədvəl qiymətlərindən görünür ki, model prosesi $Z_1$ =1,1 və $Z_2$ =1,2 parametrlərində daha doğru əks etdirilir. Bu halda korrelyasiya əmsalı maksimum ($\rho$ =0,964), orta kvadratik meyletmə isə minimum ($\sigma$=29,6) olmuşdur. Reqressiya tənliyinin (5.48) əmsalları aşağıdakı kimi olmuşdur: $B_0$ =1253; $B_1$ = 911,7; $B_2$=-56810; $B_{12}$ = 375,2; $B_{11}$ = 666,7; $B_{22}$ = 132926.

Cədvəl 1. Müxtəlif $Z_1$ və $Z_2$ parametrləri üzrə korrelyasiya əmsalı və orta kvadratik meyletmə

| $Z_1$ / $Z_2$ | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,2 | 0,964/29,6 | 0,964/33,2 | 0,964/32,9 | 0,963/33,1 | 0,963/30,3 | 0,963/33,3 | 0,962/33,5 |
| 1,4 | 0,963/31,0 | 0,962/29,6 | 0,962/29,8 | 0,961/30,0 | 0,961/30,2 | 0,961/30,3 | 0,960/30,5 |
| 1,6 | 0,961/30,2 | 0,961/30,3 | 0,960/30,4 | 0,960/30,6 | 0,960/30,8 | 0,959,/30,0 | 0,956/31,2 |
| 1,8 | 0,960/30,9 | 0,959/30,9 | 0,959/31,1 | 0,958/31,3 | 0,958/31,4 | 0,958/31,6 | 0,957/31,8 |
| 2,0 | 0,958/31,5 | 0,957/32,6 | 0,957/31,7 | 0,957/31,9 | 0,956/32,1 | 0,956/32,3 | 0,955/32,5 |
| 2,2 | 0,956/32,2 | 0,955/32,2 | 0,955/32,4 | 0,955/32,5 | 0,954/32,7 | 0,954/32,9 | 0,953/33,1 |

Qurğunun optimal parametrləri məqsədli funksiyanın ($Y = K_{\Pi}^2 \tau_{\Pi}$) minimumunu müəyyənləşdirməlidir. Bununla əlaqədar alınmış riyazi modeli hər parametr üzrə differesiallaşdırıb, differensialı sıfıra bərabərləşdiririk:

$$\begin{cases} \frac{dY}{d\hat{H}} = -911,7 - 373,2P_{xüs} + 800\hat{H}^{0,2} = 0 \\ \frac{dY}{dP_{xüs}} = -56810 - 373,22\hat{H} + 186100\,P_{xüs}^{0,4} = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Tənliklər sisteminin həlli bizə qaynama səthi üzrə xüsusi gücün və qurğuda su səviyyəsinin elektrod hündürlüyünə nisbətinin optimal qiymətlərini müəyyən etməyə imkan verir. Bu qiymətlər aşağıdakılardır: $P_{xüs}$ 54 Vt/m$^2$, $\hat{H}$ = 2,18 (H = 0,17m).

Universal suqızdırıcı qurğunun istilikdəyişdiricisinin əsas tədqiq olunan parametri istilikötürmə sahəsidir. Qurğunun iş prinsipi elədir ki, onu elektroqızdırma zamanı avtomatik rejimdə işlətmək mümkündür [6]. Başqa sözlə istilikdəyişdirmə kamerası buxarla dolduqca və su qızdırıldıqda temperatur basqısı azalır və akkumulyasiya qabında su 75...85$^0$C-yə qədər qızdırıldıqda buxar generatorundan suyun tədricən qovularaq elektrodların quruda qalması baş verir. Qurğunun istilikötürmə səthi istiliyi buxar generatorundan qızdırılan suya o miqdarda ötürməlidir ki, mövcud TƏH qızdırıcılarında olandan çox vaxt lazım gəlməsin. Suyun standart elektrik qızdırıcılarında həcmi 0,2 m$^3$, TƏH-in gücü 10,5 kVt olduqda və qızdırılma temperaturunu 20-dən 70 $^0$C-ə çatdırmaq lazım gəldikdə tələb olunan qızdırma vaxtı aşağıdakı kimi olur:

$$\tau = \frac{4,19 \cdot 200(70-20)}{60 \cdot 10,5} = 1,15\ saat. \quad (6)$$

Tədqiqat zamanı universal suqızdırıcı aqreqatın müxtəlif səthə malik (0,25-dən 0,7 m$^2$-ə qədər) istilikdəyişdiricilərindən istifadə olunmuşdur. Suyun qızdırılmasının termoqramınalarına əsaslanaraq qeyd etmək olar ki, istilik sahəsi 0,4 m$^2$ olduqda 200 litr suyun qızdırılmasına keçən vaxt TƏH-li elektroqızdırıları standartına uyğundur. Bundan artıq istilikötürmə səthinin götürülməsi məqsədəuyğun deyil. Belə ki, istilikötürmə sahəsi 1,75 dəfə artıqda (0,7 m$^2$) eyni vaxt ərzində (1,15 saat) qızdırma temperaturu 1,4 dəfə artmış olur. Başqa sözlə istilikdəyişmə sahəsinin artma dərəcəsi ötürülən güc miqdarına uyğun gəlmir.

Suqızdıcının yüklənmə xarakteristikasına görə üç iş fazası müşahidə etmək mümkündür. Birinci faza – buxar generatorunun qızma vaxtıdır. Bu vaxt (0,1 saat) ərzində yüklənmə cərəyanı tədricən maksimuma qədər qalxmış olur və bu zaman buxar generatoru qaynama rejiminə keçir.

İşin ikinci fazası buxar generatorunun yükünün maksimal qiymətində stabilləşmə müşahidə olunur. Bu dövrdə buxar generatoru qaynama rejimində işləyir, istilikdəyişdiriciyə buxar – su qarışığı daxil olur. Bu iş rejimində ilkin istilikdaşıyıcısının intensiv turbulizasiya başlayır və istilikötürmə əmsalının maksimumuna nail olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, buxar generatorunun maksimum yüklənmə cərəyanının artması ilə cərəyanın stabilləşmə müddəti 0,3...0,5 saata qədər azalır və yüklənmə xarakteristikası yeni səciyyə alır.

Maksimuma çatdıqda cərəyan aşağı enməyə başlayır. Bu qızdırıcının işinin üçüncü fazasına uyğun gəlir. Bu dövrdə istilikdəyişdiriciyə daxil olan buxar-su

qarışığı soyumağa vaxt tapmır və buxar toplanmağa başlayır, suyu tədricən buxar generatorundan suçıxarıcı kameraya ötürür. Bu zaman elektrodların çılpaqlanması və elektrik gücündən istifadənin minimuma enməsi baş verir, başqa sözlə öz-özünə işdən çıxma rejiminə daxil olur. Bu faza da buxar generatorunun cərəyan şiddətindən asılı olub, 1-dən 0,33 saata qədər davam edir.

Buxar generatorunun müxtəlif yüklənmə cərəyanlarında yüklənmə xarakteristikalarının təhlili qurğunun işini səciyyələndirən iki əsas momenti ayırmağa imkan yaratmışdır. Mövcud istilikdəyişmə sahəsi ($F$=0,46 m$^2$) şəraitində və temperaturlar fərqi və $\Delta t$ = 70...1 $^0$C olduqda suyun qızma sürətinin ($\Delta T = \Delta t_i/\Delta t$) artması müşahidə olunur. Qızma sürəti başlanğıcda böyük templə dəyişir, müəyyən hüduda çatdıqdan sonra sürətin artım tempi düşür və maksimal cərəyanın kifayət qədər artması halında qızdırma sürəti qiyməti hüdud qiymətdən yuxarı qalxmır, başqa sözlə burada istilikdəyişdiricinin istilikötürmə qabiliyyətinin hüdudu başlayır.

Digər tərəfdən buxar generatorunun maksimal yük cərəyanı artan zaman qızdırıcının yüklənmə xarakteristikası daha pik səciyyəsi əldə edir, başqa sözlə maksimum cərəyandan istifadə səmərəliyi $(f\frac{J_{or}}{J_{max}})$ kəskin şəkildə pisləşir.

Beləliklə qızdırıcının səmərəli yüklənmə hüdudlarını müəyyən edən əsas iki momenti ayıra bilirk:

$$\left(f\frac{J_{or}}{J_{max}}\right) \rightarrow max \qquad (7)$$

$$\Delta T = \frac{t}{\Delta t} \rightarrow \max \qquad (8)$$

$J_{or}$ və $\Delta T$ qızdırıcının orta gücünü səciyyələndirən və bir-biri ilə əlaqəli kəmiyyətlər olduğu üçün yuxarıda verilən optimallaşdırma şərtlərini vahid ifadə şəklinə gətiririk:

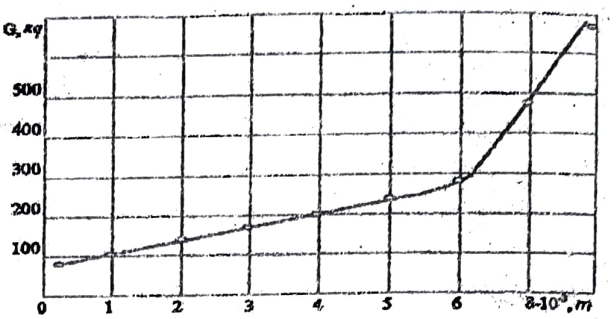
$$C = \frac{\Delta t}{\Delta t J_{max}} \qquad (9)$$

Əldə edilmiş məlumatlara əsaslanaraq qızdırıcının istilikdəyişdiricisinin optimal yüklənməsi 39,1 A/m$^2$ və yaxud 25,8 kVt/m$^2$ edir.

Universal suqızdırıcı qurğunun maksimal cərəyanın müxtəlif qiymətlərində qızma dinamikası göstərir ki, istilik mənbəyini $J_{max}$=18...24A şərtinə uyğun seçmək lazımdır. $J_{max}$ -un aşağı qiymətlərində suyun qızma vaxtının uzanması mümkündür.

Su qızdırıcısına texniki xidmət üzrə tədqiqat kimyəvi təmizləmə üzrə aparılmışdır. Ərp bağlama üzrə ölçmələr göstərmişdir ki, 6 il təmizlənmə aparılmamış işçi səthdə çöküntü qalınlığı 5,5...8mm, 4 il təmizlənmə aparılmayan səthdə - 4...6mm, 2 il təmizlənmə aparılmayan səthdə - 2,5 ... 3mm, 1 il təmizlənmə aparılmayan səthdə - 1...3mm olmuşdur. İl ərzində ərp çökmənin orta artımı 0,5 ... 1,7mm/il olmuşdur.

Reagent sərfi üzrə tədqiqat nəticələri göstərmişdir ki, ərp qalınlığı 2,5-dən 6mm-ə qədər artdıqda duz turşusu sərfi 130-dan 260 kq-a qədər artmışdır (şək.5). Ərp qalınlığı 8 mm-ə qədər artdıqda isə reagent sərfi kəskin şəkildə artaraq 500...660kq-a catmışdır.

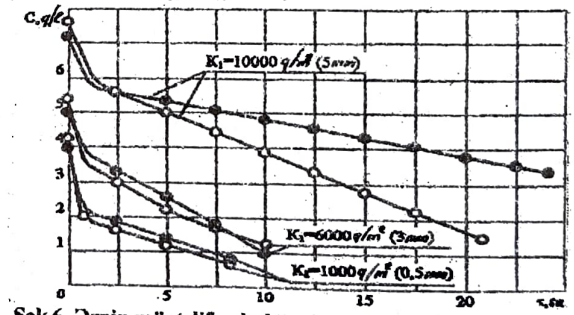



**Şək.5. Duz turşusu sərfinin ərpin qalınlığından asılılıq əyrisi.**

5 mm qalınlığında ərpə təcrübə zamanı az rast gəlindiyində qazanın təmizləməsi üçün 1mm çöküntüyə turşu sərfi 2...4 kq olmuşdur. Beləliklə 0,65m$^3$ həcmində turşu 1,7mm qalınlığında ərpi olan 5 qazan üçün kifayət etmişdir.

Bir qazan üçün isə 10...18 kq natrium qələvisi sərf olunmuşdur. Ərpin qalınlığı 6 mm olduqda bu sərfiyyat 25...45 kq/qazan təşkil etmişdir.

Qazanın ərpdən təmizlənmə vaxtının tədqiqi nəticələri göstərmişdir ki, ilk 1...2 saat təmizləmə zamanı məhlulda duz turşusu kəskin şəkildə azalır, sonradan məhlulda dəmir duzu miqdarı artdıqca təmizlənmə zəifləyir (şək.6).




**Şək.6. Ərpin müxtəlif qalınlığında və reagentin sirkulyasiya sayında turşu miqdarının təmizlənmə vaxtından asılılıq əyriləri.**

• – sirkulyasiya sayı, $L$=10; ○ – sirkulyasiya sayı, $L$=20.

Ərpin qalınlığı 3 mm olana qədər reagentin sirkulyasiya sayı təmizlənmə vaxtına təsir göstərmir. Yalnız ərpin qalınlığı 5mm olduqda təmizlənmə vaxtı sirkulyasiya sayının artması ilə kəskin şəkildə iki dəfə azalır.

Qazanın turşu ilə təmizlənmə vaxtının statistik işlənməsi aşağıdakı kimidir:

- ərp qalınlığı 0,5...1,5 mm olduqda – 8 saat;
- ərp qalınlığı 5 mm olduqda – 22 saat.

Qazanın qələvi ilə təmizlənməsində tələb olunan vaxt:

- ərp qalınlığı 0,5...1,5 mm olduqda – 6 saat;
- ərp qalınlığı 5 mm olduqda – 22 saat.

Qazanın su ilə yaxalanması 3 saat/qazan təşkil etmişdir.

Texniki xidmətin orta məhsuldarlığı ərp qalınlığı 0,5...1,5mm olduqda 1,3 qazan/sutkada, ərp qalınlığı 5 mm olduqda isə 0,5 qazan/sutkada olmuşdur. Qazanların kimyəvi üsulla təmizlənməsi zamanı enerjiyə qənaət 8...25% təşkil etmişdir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Лещинская Т.Б., Наумов И.В. Электроснабжение сельского хозяйства: Учебник. М.: Колос, 2008, 536с. 2. Овчинников В.А., Петриков С.А., Крылов А.К. Обобщение опыта эксплуатации водогрейных котлов ОАО "Дорогобужкотломаш"// Теплоэнергетика. 2011, №12, с.42-46. 3. Məmmədov E.S. Heyvandarlıq və quşçuluq təsərrüfatları üçün su qızdırıcı tətqiqi // ADAU-nun Elmi Əsərləri, Gəncə, 2014, № 1, s.143-147. 4. Мамедов Э.С. Разработка методики оптимизации микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях // НАНА, Гянджинский Региональный Научный центр. Сборник Известий. Гянджа, 2012, № 49, с.65-69. 5. Məmmədov E.S. Heyvandarlıq və quş səmərəliyinin artırılma resurslarının tətqiqi // AMEA Gəncə Regional Elmi Mərkəz, Xəbərlər Məcmuəsi, Gəncə, 2013, №52, s.126-130. 6. Александров В.Г. Паровые котлы малой и средней мощности. Л.: Энергия, 1982, 270с.

### Исследование водонагревателя для животноводческих и птицеводческих хозяйств

**Э.С.Мамедов**

С целью обоснования ресурсов энергоэкономии у водонагревателей, используемых в животноводстве исследован процесс тепло- массообмена в этих установках. Построены зависимости между загрузкой и высотой погружения электродов в воду, а так же времени при различных плотностях энерговыделения на поверхности кипения. На основе решения системы уравнений определены оптимальные значения удельной мощности по поверхности кипения, а так же отношения высоты уровня воды к высоте электродов. На основе исследований определены периодичность технического обслуживания водогрейных установок. Удалось снизить энергозатраты на 8...25% энергозатраты на очистку котлов от накипи с применением обоснованных режимов технического обслуживания.

***Ключевые слова:*** Водонагреватель, поверхность кипения, электроды, уровень воды, площадь теплопередачи, загрузочная характеристика, химическая очистка.

### The study of a water heater for livestock and poultry farms

**E.S.Mammadov**

In order to justify energy economy resources for water heaters used in animal husbandry, the process of heat-mass exchange in these plants has been studied. Constraints were constructed between the loading and the height of immersion of electrodes in water, as well as the time at different energy release densities on the boiling surface. On the basis of the solution of the system of equations, the optimal values of the specific power over the boiling surface are determined, as well as the ratio of the height of the water level to the height of the electrodes. On the basis of studies, the frequency of maintenance of hot water installations is determined. It was possible to reduce the energy consumption by 8 ... 25% of the energy spent on cleaning the boilers from scale, using justified maintenance regimes.

***Key words:*** Water heater, boiling surface, electrodes, water level, heat transfer area, loading characteristic, chemical purification.